

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA**

**CAMPUS ARIQUEMES**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**QUESIA DE OLIVEIRA DELEÓN SANTOS**

**EXTRAÇÃO E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMIDO DE  
FRUTOS NATIVOS DA REGIÃO AMAZÔNICA**

Ariquemes

2016

QUESIA DE OLIVEIRA DELEÓN SANTOS

**EXTRAÇÃO E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMIDO DE  
FRUTOS NATIVOS DA REGIÃO AMAZÔNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Departamento de Engenharia de Alimentos da  
Universidade Federal de Rondônia - UNIR, para  
obtenção do título de bacharel em Engenharia de  
Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Polesi

Ariquemes

2016

**Dados de publicação internacional na publicação (CIP)**  
**Biblioteca do Campus de Ariquemes - UNIR**

Se

Santos, Quesia de Oliveira Deleón

Extração e propriedades físico-químicas de amido de frutos nativos da Região Amazônica. / Quesia de Oliveira Deleón Santos. Ariquemes-RO, 2016.

48 f. : il.

Orientador (a): Prof.(a) Dr. Luís Fernando Polesi.

Monografia (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) Fundação Universidade Federal de Rondônia. Departamento Engenharia de Alimentos, Ariquemes, 2016.

1. Amido. 2. Frutos. 3. Amazônica. I. Fundação Universidade Federal de Rondônia. II. Título.

**CDU: 664 (85.1-17)**

Bibliotecária Responsável: Érica Elaine Costa, CRB: 11-860.

QUESIA DE OLIVEIRA DELEÓN SANTOS

**EXTRAÇÃO E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMIDO DE FRUTOS NATIVOS  
DA REGIÃO AMAZÔNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 25 de Abril de 2016 e aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Rondônia, pela Comissão avaliadora formada pelos professores:

Orientador(a): Luís Fernando Polesi

**Prof. Dr. Luís Fernando Polesi**

Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Rondônia

Membro 1: Gabrieli Oliveira Folador

**Profa. Dra. Gabrieli Oliveira Folador**

Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Rondônia

Membro 2: Gisele Teixeira de Souza Sora

Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Rondônia

**Profa. Dra. Gisele Teixeira de Souza Sora**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Maria e Felipi Deleón e meus dois grandes amores, Gilsemir e Luana. Vocês são meus grandes incentivadores e tudo que sou e consegui dedico a vocês.

## **AGRADECIMENTO**

A Deus, por te acompanhado meus passos nesta jornada e por ter me amparado nos momentos mais difíceis, pela força concedida.

Ao Professor Dr. Luís Fernando Polesi pela orientação e conhecimentos transmitidos.

Aos professores do Departamento Engenharia de Alimentos, pelos conhecimentos transmitidos, esforços e luta para melhoria do curso.

As amigas conquistadas durante o curso agradecem por todos os bons momentos proporcionados.

As irmãs Selma de Oliveira de Freitas e Sílvia de Oliveira de Freitas, pela amizade, paciência, motivação, lutas e carinho durante a graduação.

Aos meus pais, Filipe e Maria, minhas irmãs Celina, Joseane e Alessandra e meus sobrinhos, pela paciência, apoio e amor.

Ao meu eterno namorado, Gilsemir Alves dos Santos e a nossa filha Luana de Oliveira Deleón Santos, agradeço pelo carinho, ajuda e paciência ao longo destes anos, muito obrigado por todo o amor e apoio, mesmo nos momentos em que a faculdade roubava tempo que lhes seriam destinados.

Ficam aqui registrados os meus mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para mais essa conquista.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi pesquisar frutos da região Amazônica, com potencial de extração de amido. Verificou-se a presença de amido por meio de pesquisa com reação de iodo, no mesocarpo babaçu (*Orbignya* sp.), biribá (*Rollinia mucosa*), murumuru (*Astrocaryum murumuru*), pupunha (*Bactris gasipaes*) e semente de bacupari (*Garcinia brasiliensis*). Para extração do amido de cada fruto utilizou-se centrifugações e lavagens sucessivas, com a necessidade de se adequar os métodos para cada fruto. Calculado se o rendimento em base seca e úmida para cada extração. Os amidos extraídos foram submetidos às análises de Índice de Absorção de Água (IAA), e de Índice de Solubilidade em Água (ISA), de sinérese através de porcentagem de água liberada pelo gel, a análise de Transparência/Opacidade das pastas em dois tempos (0 hora e de 24 horas), análises nos amidos comercial de mandioca e milho foram realizados para fins comparativos. Os resultados obtidos de extração apresentaram bom rendimento em base seca para os amidos de babaçu (67%), biribá (63,7%), pupunha (55,4%), bacupari (23,3%), no entanto para o murumuru (4,6%) o rendimento foi baixo. O IAA dos frutos de babaçu (2,8 g.g<sup>-1</sup>), bacupari (1,79 g.g<sup>-1</sup>), pupunha (2,18 g.g<sup>-1</sup>) murumuru (2,13 g.g<sup>-1</sup>) e biribá (1,96 g.g<sup>-1</sup>) apresentaram valores distintos. Os valores de ISA dos amidos de babaçu, bacupari e pupunha, murumuru e biribá foram de 1,5%, 0,5%, 0,53%, 0,30% e 0,30%, respectivamente. A transparência/opacidade da pasta foi analisada através de porcentagem de transmitância, sendo os valores bem distintos para os amidos de babaçu (6,8%), bacupari (9,13%), biribá (21,37%), murumuru (2,07%) e pupunha (3,53%). Não houve sinérese para gel de amido de biribá, em ordem crescente de liberação de água bacupari (1,77%), pupunha (15,8%), babaçu (31,33%) e murumuru (42,47%). Estudos da estrutura destes amidos devem ser aprofundados para melhor compreensão dos aspectos de sua funcionalidade e consequente determinação de seu uso na indústria de alimentos.

Palavra-chave: Amido, Frutos, Amazônica.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Pesos das amostras, tempo e temperatura para determinação da umidade.....	25
<b>Tabela 2</b> - Teor de umidade dos mesocarpos de babaçu, biribá, murumuru, pupunha e da semente do bacupari e rendimento do processo de extração de amido. ....	29
<b>Tabela 3</b> - Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA).....	30
<b>Tabela 4</b> - Sinéreses dos géis. ....	32
<b>Tabela 5</b> - Transmitância das pastas dos amidos a 650 nm. ....	33



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> A) Aspecto geral do fruto do murumuru. B) Mesocarpo murumuru em reação com iodo. ....	27
<b>Figura 2</b> - A) Aspecto geral do fruto do biribá. B) Mesocarpo do biribá em reação com iodo .....	27
<b>Figura 3</b> A) Aspecto geral do fruto de babaçu. B) Mesocarpo do babaçu em ação com iodo. ....	27
<b>Figura 4</b> - A) Aspecto geral do fruto de pupunha. B) Mesocarpo de pupunha em reação com iodo. ....	28
<b>Figura 5</b> -A) Aspecto geral do fruto do bacupari. B) Semente do bacupari em reação com iodo. ....	28

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2. OBJETIVOS</b>	12
2.1. OBJETIVO GERAL	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	13
3.1. AMIDO	13
3.1.1. Amilose	14
3.1.2. Amilopectina	14
3.1.3. Grânulos de amido	15
3.1.4. Gelatinização	15
3.1.5. Retrogradação e sinérese	16
3.2. APLICAÇÃO DO AMIDO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	16
3.3. FRUTOS DA REGIÃO AMAZÔNICA	17
3.3.1. Babaçu	17
3.3.2. Bacupari	18
3.3.3. Biribá	18
3.3.4. Murumuru	19
3.3.5. Pupunha	20
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	21
4.1. MATERIAL	21
4.2. MÉTODOS	21
4.2.1. Investigação de presença de amido nos frutos	21
4.2.2. Extração do amido de babaçu	21
4.2.3. Extração de amido de bacupari	22
4.2.4. Extração de amido de biribá	22
4.2.5. Extração de amido de murumuru	23
4.2.6. Extração de amido de pupunha	23
4.3. RENDIMENTO DOS PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DOS AMIDOS	24
4.3.1. Base úmida	24
4.3.2. Base seca	24
4.4. UMIDADE	24

4.5.	<i>CARACTERIZAÇÃO DO AMIDO EXTRAÍDO</i> .....	25
4.5.1.	<i>Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA)</i> .....	25
4.5.2.	<i>Sinérese</i> .....	26
4.5.3.	<i>Transparência/opacidade das pastas</i> .....	26
4.6.	<i>DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA</i> .....	26
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
5.1.	<i>REAÇÃO DE IODO (2%)</i> .....	27
5.2.	<i>RENDIMENTO DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS AMIDOS</i> .....	29
5.3.	<i>ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (IAA) E ÍNDICE DE SOLUBILIDADE EM ÁGUA (ISA)</i> .....	30
5.3.	<i>SINÉRESE</i> .....	32
4.4.	<i>TRANSPARÊNCIA/OPACIDADE DAS PASTAS</i> .....	33
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	35
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	36

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil, considerado como um país continental apresenta grande diversidade de fauna, flora, clima, relevo, solo, etc. Na região norte, se encontra o estado de Rondônia que apresenta em seu território plantas frutíferas com grande potencial de estudo. Os frutos, de modo geral, são compostos de proteínas, gorduras, carboidrato, minerais, vitaminas e água, sendo que a composição depende da espécie, solo e clima. Os carboidratos mais utilizados pelo homem são o amido e a sacarose (ORDÓÑEZ, 2007).

O amido é um polissacarídeo de reserva característico dos vegetais, está presente nos plastídios de vegetais superiores, podendo ser encontrado em raízes, sementes e tubérculos. Existem vários tipos de amidos de diferentes propriedades e são utilizados na indústria de alimentos com diferentes propósitos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

O amido se diferencia de outros carboidratos por estar presente nos tecidos vegetais, em partículas características denominadas de grânulos. Esses grânulos de amido são insolúveis, se hidratando muito pouco em água fria, permanecendo intacto durante sua obtenção, formando uma suspensão de baixa viscosidade, somente através da cocção da suspensão dos grânulos de amido, poderá ocorrer o aumento desta viscosidade que pode ser chamada de goma (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Os grânulos de amido são constituídos por dois polissacarídeos, a amilose de estrutura linear que apresenta moléculas de D-glicose que estão unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4), as moléculas estão ligada por ponte de hidrogênio, originando uma cadeia linear, e outro a amilopectina de estrutura ramificada, apresentando em alguns pontos da molécula ligações  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6) responsáveis pela ramificação e ligações  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4). Ao ser submetido à cocção, o grânulo de amido absorve água principalmente devido à presença da amilopectina, como resultado tem-se o inchamento irreversivelmente do grânulo (ORDÓÑEZ, 2007). Neste processo chamado gelatinização, ocorre à ruptura da ordem molecular no interior dos grânulos, perda da birrefringência (organização estrutural) e perda da cristalinidade. Durante a gelatinização ocorre lixiviação da amilose da fase intergranular para fase aquosa, resultando no aumento das propriedades reológicas do sistema (DENARDINI; SILVA, 2009).

As cadeias de amilose e amilopectina que constituem o amido influenciam na ação de viscosidade e textura, que devido à proporção pode ocasionar a retrogradação com a re-

associação parcialmente das moléculas e sinérese do amido após e durante a refrigeração (DENARDINI; SILVIA, 2009).

As propriedades da amilose têm habilidade em formar diferentes estruturas moleculares. Diversas metodologias preconizadas para determinação dessa macromolécula baseiam-se no fato de que, em soluções aquosas neutras, a estrutura normal de espiral possui a capacidade de interagir com iodo, produzindo complexo de inclusão helicoidal com aproximadamente seis moléculas de amilose por giro, no qual o iodo se encontra na cavidade central da hélice (DENARDINI; SILVIA, 2009).

O amido pode ser aplicado em produtos de diversas áreas, como na área alimentícia, papelaria, química, de medicamentos, têxtil entre outros. Amidos nativos e modificados são amplamente utilizados nas indústrias alimentícias, por ser uma matéria-prima relativamente barata e abundante, sendo as principais fontes o milho, mandioca, arroz, batata e o trigo. Os amidos apresentam numerosas aplicações, incluindo a promoção de adesão e a função de ligante, turbidez, elemento de recobrimento, reforçador de espuma, gelificante, vitrificante, retenção de umidade, estabilizante, texturizante e espessante (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Geralmente amidos nativos são bons para serem utilizados em produtos de consumo imediato, no entanto, podem não suportar alguns processos industriais devido à sua instabilidade. Os amidos modificados são aplicados para incrementar ou inibir suas características originais e adequá-lo as aplicações específicas (ADITIVOS INGREDIENTES, 2014).

A necessidade em se encontrar amidos com características que supram a demanda da indústria de alimentos gera um campo importante para pesquisas de outras fontes de amidos. Fontes alternativas de amido podem ser encontradas, principalmente em frutos pouco estudados da região amazônica, mais especificamente de Rondônia.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Pesquisar amido nos frutos de babaçu, bacupari, biribá, murumuru, pupunha, bem como extrair e avaliar suas características físico-químicas e funcionais.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Aquisição da matéria-prima com agricultores da região de Ariquemes-RO;
- Investigação do teor de amido nos frutos;
- Adequar melhor método de extração para cada fruto;
- Analisar e caracterizar os amidos isolados;
- Analisar estaticamente os dados;
- Discutir os resultados.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. AMIDO**

O amido é o principal polissacarídeo de armazenamento de plantas superiores, sendo fonte de energia essencial, principalmente na dieta humana (BELLO-PÉREZ; MONTEALVO; ACEVEDO, 2006). Destaca-se dos demais carboidratos por suas características físico-químicas e os aspectos nutricionais, fornece cerca de 70-80% das calorias para o consumo humano, no qual é carboidrato digestível por humano (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Os grânulos de amidos são constituídos por dois polissacarídeos diferentes, a amilose (estrutura linear) e a amilopectina (estrutura ramificada) (ORDÓÑEZ, 2007).

Os amidos são constituídos de grânulos de reserva de energia em sementes e tubérculos. Abundantes em grãos de cereais (40% a 90% do peso seco), leguminosas (30% a 50% do peso seco), tubérculos (65% a 85% do peso seco) e frutas imaturas ou verdes (40% a 70% do peso seco) (BELLO-PÉREZ; MONTEALVO; ACEVEDO, 2006).

Devido sua facilidade de extração, o amido se torna uma matéria-prima abundante e de baixo custo econômico. Pode ser encontrado em raízes, sementes e tubérculos. Existem vários tipos de amidos com diferentes propriedades, sendo os que derivados do milho, arroz, batata, feijão e trigo são os mais comercializados. Eles são utilizados nas indústrias de alimentos com diferentes propósitos, tais como nutricional, tecnológico funcional e sensorial (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Segundo Cordenunsi (2006), os amidos são armazenados em grânulos, são insolúveis em água e de fácil extração, tornando-se únicos na natureza. Utilizado na indústria de alimentos como ligantes e agente de textura principalmente em produtos cárneos. Uma dificuldade encontrada na utilização de amido nativo pela indústria é devido sua instabilidade, principalmente quando o processamento requer condições drásticas como utilização de baixa ou altas temperaturas, pH baixos ou força mecânica excessiva. Muitas indústrias vêm trabalhando com amidos modificados, os quais fornecem maior estabilidade durante o processamento.

Além do consumo em alimentos, grande quantidade de amido é destinada as empresas não alimentícias, tais como indústrias papeleiras, têxteis, farmacêutica. (CEREDA et al., 2001).

### **3.1.1. Amilose**

A amilose é um polissacarídeo composto de unidades de D-glicose unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4) em cadeias lineares. Apresenta cerca de 350 a 1000 unidades de glicose em sua estrutura (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). A amilose representa em torno de 17 a 30% do total de amido, salvo algumas exceções, como o milho que pode ser constituído de até 75 % (ORDÓÑEZ, 2007).

Segundo, Fennema, Damodaran e Parkin (2010), é possível que em torno de 0,3 a 0,5% das ligações que formam o amido, sejam ramificadas, contendo pequeno número de ramos conectados por ligações  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6), e as moléculas de amilose apresentam massa molecular média de  $10^6$ .

No grânulo de amido, a amilose é encontrada em forma cristalina, ligadas por pontes de hidrogênio. Em solução estas moléculas têm forma de hélice, com seis unidades de glicose em cada volta, com capacidade para incluir outras moléculas com ácidos graxos, iodo e hidrocarbonetos, formando os compostos de inclusão. Quando a amilose interage com o iodo, produzindo um complexo de inclusão helicoidal, na qual a molécula de iodo se localiza na cavidade central da hélice do polissacarídeo. Este complexo apresenta cor azul. (BELLO-PÉREZ; MONTEALVO; ACEVEDO, 2006).

### **3.1.2. Amilopectina**

A amilopectina assim como a amilose é formada por moléculas de D-glicose em ligações  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4). Porém, diferentemente da amilose, é bastante ramificada devido a unidades de glicose em ligações  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6) entre as cadeias de glicose (CEREDA et al., 2001).

A amilopectina é uma molécula grande e altamente ramificada. As ramificações são agrupadas e apresentam-se como hélices duplas. Com massa molecular podendo chegar a mais de  $5 \times 10^8$  (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

As ramificações das moléculas de amilopectina são relativamente curtas, contendo de 20 a 30 unidades de glicose. Em presença de iodo apresenta coloração avermelhada (CEREDA et al., 2001).

Com o processo de cocção, a amilopectina absorve muita água e é relativamente responsável pelos inchamentos dos grânulos de amido. A amilopectina não tem tendência à recristalização, devido seu alto grau de ramificação (ORDÓÑEZ, 2007).



### **3.1.3. Grânulos de amido**

Nos grânulos de amido, as moléculas de amilose e amilopectina se associam em paralelo, através de ligações de hidrogênios, resultando em regiões cristalinas. Os grânulos de amidos são birrefringentes sob luz polarizada, que é um indicador de arranjo cristalino (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

O arranjo das moléculas lineares e ramificadas nos grânulos leva a formação de regiões cristalina e amorfa, nas regiões cristalinas se concentra as moléculas de amilopectina sendo uma região mais densa e mais compacta, dificultando a entrada de outras moléculas como a água, entre as camadas de região cristalina se encontra as regiões amorfas, constituídas por maior proporção de amilose (CEREDA et al., 2001).

De acordo com Fennema, Damodaran e Parkin (2010), as moléculas presente nos grânulos de amido são dispostas de modo radial, que mesmo originados de uma mesma fonte, possuem forma mista, sendo que algumas são quase esféricas, angulares e outras recortadas que amido comercial é composto por pequenas frações de cinzas, lipídeos e proteínas.

### **3.1.4. Gelatinização**

Os grânulos de amido não danificados são insolúveis em água fria, mas pode absorver água de modo reversível, ou seja, retornar ao seu tamanho original ao secar (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010). A umidade existente no amido é de 12 a 14%. Em água fria, no máximo 30% da massa do amido, pode penetrar nas regiões amorfas dos grânulos, sem perturbar a regiões cristalinas. Portanto quando os grânulos de amidos são aquecidos em água com temperatura elevada, as moléculas de amido começam a vibrar mais intensamente, quebrando assim as ligações de hidrogênio, permitindo que a água penetre nas micelas, em um processo irreversível, que ocasiona perda de sua ordem estrutural (birrefringência desaparece) e zonas cristalinas, tornando o amido mais transparente, processo conhecido como gelatinização (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Durante o processo de gelatinização ocorre a lixiviação da amilose para a fase aquosa entre os grânulos. Mudança que leva ao aumento na viscosidade da amostra e em conjunto ocorre a ruptura da estrutura granular, inchamento, hidratação e solubilização das moléculas de amido, que define o término do processo de gelatinização (BELLO-PÉREZ; MONTEALVO; ACEVEDO, 2006).

A ruptura total de grânulos ocorre através de aquecimento contínuo dos grânulos de amido, em excesso de água, que resulta em aumento de mais inchaço do grânulo e lixiviação de compostos solúveis, produzindo uma goma viscosa (pasta), constituída de uma fase contínua de amilose solubilizada e/ou molécula de amilopectina, em uma fase descontínua de grânulos remanescentes (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

A gelatinização do amido, a viscosidade das soluções e as características dos géis formados, não dependem somente da temperatura, mas também dos demais componentes presente na solução, como açúcares, proteínas, gorduras, ácidos e água, que podem reagir com o amido retardando ou impedindo sua união às moléculas de água, atrasando o inchamento dos grânulos (ORDÓÑEZ, 2007).

### **3.1.5. Retrogradação e sinérese**

A pasta de amido quando resfriada, forma um gel. A amilose pode formar um precipitado de natureza cristalina, provocando o fenômeno conhecido como retrogradação (ORDÓÑEZ, 2007). Este fenômeno é decorrente da reaproximação das moléculas devido à redução de temperatura durante o resfriamento do gel, com formação de ligações de hidrogênio intermoleculares e com consequente formação de zonas cristalinas e expulsão da água existente entre as moléculas (sinérese), resultando em redução do volume e aumento da firmeza do gel (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

A retrogradação do amido envolve dois constituintes poliméricos, amilose e amilopectina, sendo que a amilose devido sua estrutura linear passa pelo processo de retrogradação mais acelerada que a amilopectina. A taxa de retrogradação depende da razão molecular e estrutura das moléculas de amilose e amilopectina, a qual é determinada pela origem botânica do amido, da temperatura de cocção, da concentração de amido e da presença e concentração de outros ingredientes (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

## **3.2. APLICAÇÃO DO AMIDO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

Os amidos desempenham diferentes funções na produção de alimentos. Eles são particularmente usados para produção de qualidade de textura desejáveis, proporcionam corpo e preenchimento (ORDÓÑEZ, 2007).

No Brasil dois terços do amido nativo de mandioca são empregados nas indústrias alimentícias. Entre as principais indústrias destacam-se: os frigoríficos, indústrias de biscoitos,

macarrão, indústrias de sobremesas, indústrias de iogurtes, os *snacks*, indústria de panificação, indústria de chocolates e bombons, indústrias de balas e caramelos, indústrias de conservas, sopas molhos entre outros (CEREDA et al., 2001). O amido nativo embora muito utilizado na indústria de alimentos apresentam limitações em sua resistência (física e química), devido às condições de processo utilizadas (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Os amidos nativos produzem estrutura fraca, pasta coesiva ou géis indesejáveis quando a pasta é resfriada. De modo que as modificações do amido são realizadas para melhorar as características das massas e dos géis, proporcionando uma maior resistência ao calor, cisalhamento e acidez associada às condições particulares de processamento, outras são feitas para se introduzir funcionalidades específicas (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

### **3.3. FRUTOS DA REGIÃO AMAZÔNICA**

#### **3.3.1. Babaçu**

A palmeira de babaçu pertencente à família Arecaceae, espécie *Orbignya* spp típica da região de transição entre o cerrado, o semiárido nordestino e a floresta amazônica, distribuída por mais de 18 milhões de hectares do território brasileiro. Atinge cerca de 20 metros de altura, produz cerca de três a seis cachos de frutos ao ano, tendo em média 35 anos de vidas. O fruto apresenta elevado número de frutos por cacho com formato elipsoidal, pesando entre 90 a 280 g. Quando maduro, o fruto desprende-se e cai no solo (MARTINS et al., 2011).

O fruto babaçu é constituído de 4 partes: o epicarpo (casca, cerca de 12 a 18%), endocarpo (quase 52 a 60%, parte lenhosa), amêndoas (contida no endocarpo, quando prensagem dão origem a um óleo) e mesocarpo (representa cerca de 17 a 22% do fruto, e é composto 20% de fibras, de 8 a 15% de umidade e de 4 a 5% de substâncias diversas de 60% de amido) (MELO et al., 2007).

Existe grande interesse no estudo do fruto do babaçu no meio científico, devido seu potencial, tem sido utilizado na obtenção de bioetanol pela produção de glicose a partir do amido da farinha fina do mesocarpo do coco babaçu por hidrólise ácida (ZUNIGA et al., 2013). Carneiro (2011) recomenda a inclusão do farelo de babaçu no nível de 15% em substituição ao farelo de trigo na ração de frangas de postura. Já Melo et al. (2007) verificou

que a substituição da farinha de trigo por mesocarpo do babaçu na preparação de pão mostrou-se eficaz na dieta humana. Oliveira; Alexandre; Mahmoud (2013) avaliaram as características físicas de frutos de babaçu, assim como a extração do óleo das amêndoas com utilização de solventes orgânicos.

### **3.3.2. Bacupari**

A espécie *Garcinia brasiliensi* Mart, conhecido como Bacupari-mirim ou Bacupari-anão da família Clusiaceae pertence ao grupo filogenético das angiospérmicas, sendo caracterizada pela destacada presença de látex, na maioria das suas espécies, nativo da Mata Atlântica e da floresta Amazônica, Paraguai e no norte da Argentina (ROCHA, 2015).

A árvore do bacuparizeiro apresenta porte médio, podendo ter cinco a sete metros de altura e 15 a 25 cm de diâmetro, recomenda do para reflorestamento de áreas degradadas, pois adapta se em quase todas as regiões do Brasil. Suas folhas são em formato de lança e as flores são abundantes e polígamas. Os frutos são de casca (pericarpo) fina, formato arredondado, cor amarelo com polpa mucilaginosa, branca sabor ácido (MARQUES, 2014). As sementes são elipsóides marrons com linhas longitudinais mais claras e, internamente são amarelas e exsudam látex (CECÍLIA, 2011).

Os frutos são consumidos principalmente in natura, com propriedades medicinais que apresentam fonte rica de composições químicas com atividades biológicas distintas, especialmente anti-inflamatórias, antimicrobianas, antifúngicas, antivirais e antidepressivas (ROCHA, 2015).

### **3.3.3. Biribá**

Dentre os representantes da família Annonaceae, destaca-se o biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill), uma espécie de fruteira nativa do norte das Antilhas do norte da America do Sul, e do norte da fronteira do Brasil com o Peru e da Guiana(CAMPOS; ABREU; SELEGUI, 2015). O biribazeiro é uma planta que pode atingir porte de médio a grande, com 5,5 a 11 m de altura. A polpa do fruto maduro é de cor branca, translúcida, bastante mole, succulenta, aromática, suave, doce, saborosa e de gosto agradável, com muitas sementes de cor marrom-escura, possui casca em forma de escamas, com 1,5 cm de comprimento, resultando numa consistência escamosa (RIOS; PASTORE JÚNIOR, 2011).

O biribá é consumido principalmente in natura, ou na forma de polpas, sorvetes e sucos. É cultivado em pomares domésticos da região amazônica, além de ter crescimento rápido e frutificar por volta dos 4 anos (TEIXEIRA; MACEDO, 2011).

A floração e a frutificação variam de região para região, variando também em relação o clima e temperatura desta região. A floração e frutificação ocorrem nos meses de setembro a fevereiro, respectivamente. Certas regiões a floração e frutificação ocorrem de julho a abril. Logo após a frutificação as folhas renovam-se, sendo que, na região amazônica, esta troca de folhagem ocorre no período da estiagem, ou seja, com menor incidência de chuva geralmente de julho a setembro (RIOS; PASTORE JÚNIOR, 2011).

O fruto do biribá apresenta boas perspectivas para exploração econômica devido ao ótimo sabor e aroma exóticos. No entanto, existe pouco estudo relatando o conhecimento químico desta fruta. No meio científico o biribazeiro tem sido estudado quanto ao seu uso como porta-enxerto (SANTOS; ROBERTO; MARTINS, 2005), além de identificação de suas propriedades medicinais (ESTRADA-REYES et al., 2002) e de resposta nutricional de mudas em função da adubação e da correção do solo (TEIXEIRA; MACEDO, 2011) e no melhor desenvolvimento da germinação da sementes (CAMPOS; ABREU; SELEGUI, 2015).

#### **3.3.4. *Murumuru***

Murumuruzeiro (*Astrocaryum murumuru* Mart) é uma palmeira que se desenvolve em terra firme, mais comum perto de áreas alagadas como as margens de igarapés, lagos, e rios, palmeira solitária ou formando touceira de 1,5-15m de altura, com espinhos achatados, longos e pretos. Está presente em todo o rio Amazonas e afluentes, e em países como Bolívia, Peru, Venezuela (RIOS; PASTORE JÚNIOR, 2011).

Frutos são densamente agrupados podem apresentar forma ovóide, constituídos de polpa comestível ligeiramente afrodisíaca de cor alaranjada, cobertos com pêlos marrons ou por espinhos curtos pretos, mesocarpo macio pouco fibroso. Os frutos se desprendem totalmente do cacho ao amadurecer, facilitando assim sua coleta ou o consumo do mesmo pela fauna local (BEZERRA, 2012). Os frutos de murumuru possuem como componente nutricional vitamina A e C, riboflavina, niacina, ferro, dentre outros, são usados como alimento animal para suínos e bovinos, para os seres humanos, é costume comer in natura, sua polpa apresenta sabor e odor agradáveis, levemente adocicado com menor teor de gordura, quando comparado com outras espécies de *Astrocaryum* (RIOS; PASTORE JÚNIOR, 2011).

Da semente pode se extrair óleo ou manteiga com coloração branca e de pouco cheiro e nenhum sabor característico. É utilizado tanto na culinária como industrialmente, na produção de loções, cremes, sabões, shampoo, condicionadores de cabelo e outros produtos (PASTORE JÚNIOR; ARAÚJO, 2005).

### **3.3.5. *Pupunha***

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) foi uma das primeiras plantas domesticadas pelos indígenas da Amazônia, acredita que ao longo do tempo ela foi para os trópicos úmidos baixos nas Américas. Devido esta domesticação reduziu se a oleosidade que tinha inicialmente no fruto os quais foram obtendo mais amido (SHANLEY; MEDIANA, 2005)

A pupunha é da família das palmáceas, uma palmeira que pode atingir 20 metros de altura formada com pequena touceira. A pupunheira é cultivada de duas formas muito distintas: para fruto e para palmito (atinge 2-3 m de altura) (VAN LEEUWEN, 2009).

Os frutos, quando maduros, possuem um epicarpo fibroso que varia de cor, podendo ser vermelha, laranja ou amarela, e um mesocarpo que varia de amiláceo a oleoso, com ou sem sementes (CARVALHO et al., 2013). A pupunha é muito apreciada pela população da Amazônia, sendo utilizado de diversas formas: farinha, cocção e fritura (KAEFER et al., 2013). A pupunha é formada por 90% de polpa e 10% de caroço, apresenta elevado valor nutritivo, sendo rica em lipídeos (8,25 e 40,83%), fibras (0,87 e 3,4%), proteínas (4,20 a 6,79%), carotenóides totais (8,02 a 124,90 µg/g) e amido, se caracterizando com elevado valor energético (CARVALHO et al, 2013).

Na Amazônia Brasileira a pupunheira é cultivada principalmente pelos pequenos agricultores, e quase exclusivamente para a produção dos frutos (SHANLEY; MEDIANA, 2005). No entanto da pupunheira pode ser aproveitado o palmito, a madeira e o óleo que é mais difícil extração em relação a outras plantas oleaginosas, pois há formação de uma emulsão com amido e água, havendo a necessidade de se empregar solventes para sua extração (PASTORE JÚNIOR; ARAÚJO, 2005).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram realizados nas dependências do laboratório de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Ariquemes-RO.

### **4.1. MATERIAL**

Os frutos utilizados para extração do amido foram Babaçu, Bacupari, Biribá, Murumuru e Pupunha, adquirido na região de Ariquemes-RO, com agricultores da região. Também foi adquirido amido comercial de milho e mandioca para comparação das características físico-químicas e funcionais.

### **4.2. MÉTODOS**

#### **4.2.1. Investigação de presença de amido nos frutos**

A presença de amido nos frutos foi realizada para verificar a viabilidade da extração. Este teste foi realizado com solução de iodo 2% (ORDÓÑEZ, 2007).

#### **4.2.2. Extração do amido de babaçu**

O amido de Babaçu foi extraído pelo método de maceração alcalino modificado de Maniglia e Tapia -Blácido (2016), tal como representado em fluxograma no Apêndice A.

O mesocarpo do babaçu foi primeiramente triturado no liquidificador de alta rotação até se transformar em textura de farinha. Em seguida foi embebida em solução de NaOH a 0,25% (w / v) ou 0,0625 M, a uma proporção de 1:2, deixando esta mistura em repouso por 18 horas sob refrigeração (3°C à 5°C). O resultado desta mistura após 18 horas foi processado no liquidificador de alta rotação por 2 minutos.

O material obtido foi passado por peneira de aço inoxidável de 60 *mesh* (250 µm) e em seguida por de 170 *mesh* (90 µm). O material retido nas peneiras foi reprocessado e peneirou-se novamente por 4 vezes. Este passo originou a fração de líquido e o resíduo. O resíduo foi descartado, e a fração líquida foi centrifugada a 1500 g durante 10 minutos. O sobrenadante foi descartado, e o amido decantado foi re-suspendido em água destilada, e neutralizado com HCl 1M, até pH 7,0. O amido foi novamente centrifugado por cinco vezes, após ser re-suspendido com água destilada.

O amido resultante do processo de centrifugação foi depositado em placas de Petri e seco em estufa incubadora a 40 °C. O amido seco foi moído em almofariz, peneirado de 60 *mesh* (250µm) e armazenado em frascos de vidro sob refrigeração.

#### **4.2.3. Extração de amido de bacupari**

Para extração do amido da semente do bacupari, houve a necessidade de secá-las em temperatura de 40 °C por 24 horas. O fluxograma como o método de extração pode ser observado no Apêndice B.

O isolamento do amido se deu através da trituração das sementes no liquidificador de alta rotação com NaOH 0,01M na proporção de 1:10 (p/v). O material triturado foi peneirado em de 60 *mesh* (250 µm) e de 170 *mesh* (90 µm) respectivamente, os resíduos que ficaram retidos na peneira foram re-suspenso com proporção de 1:5 (p/v) de água destilada por 5 vezes, a suspensão peneirada foi centrifugada por 5 minutos a 1062 g e lavada com álcool 93° por 10 vez que auxiliou se na remoção dos pigmentos marrom, sendo o líquido sobrenadante descartado e acamada superior, de coloração marrom, retirada cuidadosamente com uma espátula. O amido foi re-suspenso em água destilada por mais 10 vezes, centrifugado por 5 minutos a 1062 g, sendo o sobrenadante descartado e a camada superficial removida cuidadosamente com uma espátula. O amido decantado foi transferido para placa de Petri, e seco em estufa incubadora a 40 °C. O amido seco foi moído em almofariz e peneirado em 60 *mesh* (250 µm).

#### **4.2.4. Extração de amido de biribá**

O amido do fruto de biribá foi extraído pelo método alcalino representado por fluxograma no Apêndice C.

O mesocarpo do biribá foi triturados no liquidificador de alta rotação com NaOH 0,01M na proporção de 1:2 (p/v) por 3 minutos. O material triturado foi peneirado em 60 *mesh* (250 µm) e 170 *mesh* (90 µm), respectivamente em posteriormente lavado com água destilada. O resíduos retidos nas peneiras foram re-processado no liquidificador com NaOH 0,01M na proporção de 1:2 (p/v) por 3 minutos e o material retido na peneira, foi lavado novamente com água destilada para retirar-se o máximo de amido, este processo ocorreu por mais 3 vezes, a suspensão que passou pela peneira foi centrifugada por 5 minutos a 978 g e re-suspendida em água por mais 8 vezes, sendo o líquido sobrenadante descartado e a camada



superior, de coloração acinzentada, retirada cuidadosamente com uma espátula, até estar totalmente limpo. O amido decantado foi transferido para placa de Petri e seco em estufa incubadora a 40 °C. O amido seco foi moído em almofariz, peneirado 60 *mesh* (250 µm).

#### **4.2.5. Extração de amido de murumuru**

A extração do amido do murumuru ocorreu pelo método alcalino, apresentado em fluxograma no Apêndice D.

O mesocarpo do murumuru foi triturada no liquidificador com NaOH 0,01M na proporção de 1:5 (p/v) por 5 minutos. O material triturado peneirado em de 60 *mesh* (250 µm) e 170 *mesh* (90 µm), respectivamente, posteriormente lavado com água destilada. Os resíduos que ficaram retidos nas peneiras foram re-processado no liquidificador com NaOH 0,01M na proporção de 1:2 (p/v) por 2 minutos, este processo ocorreu por mais 2 vezes. A suspensão que passou pela peneira foi centrifugada por 10 minutos a 1062 g sendo o líquido sobrenadante descartado e a camada superior de coloração amarela do material decantado foi retirada cuidadosamente com uma espátula. A amostra foi re-suspendido em álcool por mais 3 vezes. O amido decantado foi suspenso em água destilada e centrifugado por 10 minutos a 1062 g. Este último procedimento foi repetido 6 vezes. O amido decantado foi transferido para placa de Petri e seco em estufa incubadora a 40 °C. O amido seco foi moído em almofariz, peneirado a 60 *mesh* (250 µm).

#### **4.2.6. Extração de amido de pupunha**

O amido no mesocarpo da pupunha madura foi extraído pelo método alcalino, representado em fluxograma no Apêndice E.

O mesocarpo da pupunha foi triturado no liquidificador com NaOH 0,01M na proporção de 1:10 (p/v) por 3 minutos. O material triturado foi peneirado em 60 *mesh* (250 µm) e 170 *mesh* (90 µm) respectivamente, posteriormente lavado com água destilada, os resíduos retidos nas peneiras foram re-processados no liquidificador com NaOH 0,01M na proporção de 1:2 (p/v) por 1 minuto e o material que não passou pela peneira foi lavado novamente com água destilada para retirar o máximo de amido, este processo ocorreu por mais 3 vezes. A suspensão que passou pela peneira foi centrifugada por 5 minutos a 1062 g e re-suspendida em água por mais 10 vezes, sendo o líquido sobrenadante descartado e a camada superior, de coloração laranja, retirada cuidadosamente com uma espátula, até ficar

totalmente limpo. O amido decantado foi transferido para placa de Petri e seco em estufa incubadora a 40 °C. O amido seco foi moído em almofariz, peneirado a 60 *mesh* (250 µm).

#### **4.3. RENDIMENTO DOS PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DOS AMIDOS**

##### **4.3.1. Base úmida**

O rendimento dos processos de extração dos amidos em base úmida foi calculado pela Equação 1:

$$Rbu = \frac{A}{M} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

Rbu – rendimento da extração em base úmida (%);

A – massa de amido (g);

M - massa da matéria-prima (g).

##### **4.3.2. Base seca**

O rendimento dos processos de extração dos amidos em base seca foi calculado pela Equação 2:

$$Rbs (\%) = \frac{A}{M - (M \times U)} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

Rbs - rendimento da extração em base seca (%);

A - massa de amido (g);

M- massa da matéria-prima (g);

U – Umidade da matéria-prima (%).

#### **4.4. UMIDADE**

A determinação de umidade foi realizada por balança determinadora de umidade por infravermelho (marca: *quimis*).

A temperatura e tempo para determinar a umidade esta demonstrados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Pesos das amostras, tempo e temperatura para determinação da umidade.

<b>MATÉRIA-PRIMA</b>	<b>QUANTIDADE (g)</b>	<b>TEMPO (min.)</b>	<b>TEMP. (°C)</b>
Mesocarpo do babaçu	2	6	105
Semente do bacupari	2	10	105
Mesocarpo do biribá	3	20	105
Mesocarpo do murumuru	3	15	105
Mesocarpo da pupunha	3	15	105

#### **4.5. CARACTERIZAÇÃO DO AMIDO EXTRAÍDO**

Os amidos extraídos foram avaliados quanto ao índice de absorção de água, índice de solubilidade em água, sinérese e transparência/opacidade das pastas.

##### **4.5.1. Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA)**

O IAA e o ISA foram determinados segundo a metodologia de Anderson, Conway e Griffin (1969), com algumas modificações. Em tubo de centrífuga previamente tarado foi pesado 0,5 g de amostra e adicionado 6 mL de água. Os tubos foram agitados por 30 minutos a 30 °C e, em seguida, centrifugados a 2202 g por 10 min. O líquido sobrenadante foi escorrido cuidadosamente em cadinho seco previamente tarado e o material remanescente foi pesado. A água do cadinho foi evaporada em estufa a 105 °C e o resíduo da evaporação foi pesado.

O IAA ( $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e o ISA (%) foram calculados pelas equações (3) e (4), respectivamente, seguinte modo:

$$IAA = \frac{PRC}{PA - PRE} \quad (3)$$

$$\% ISA = \frac{PRE}{PA} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

PRC: peso do resíduo de centrifugação (g);

PA: peso da amostra (g) (base seca);

PRE: peso do resíduo de evaporação.

#### **4.5.2. Sinérese**

O amido em suspensão em água destilada (5% p/p) foi aquecido sobre placa aquecedora, durante 15 minutos com agitação constante. A pasta foi transferida para tubo de centrífuga de 15 mL tarado e o tubo armazenado a 4 °C durante 7 dias. A sinérese foi calculada como a porcentagem de água liberada após os 7 dias, centrifugação a 2202 g por 10 minutos.

#### **4.5.3. Transparência/opacidade das pastas**

A transparência/opacidade das pastas de amido foi avaliada de acordo com Craig et al. (1989), com adaptações. Uma suspensão aquosa a 1% (p/v) de amido em tubos de ensaio com tampa rosca foi aquecida em banho de água fervente por 30 minutos com agitação manual a cada 2 minutos nos 10 primeiro minutos, depois a cada 5 minutos até completar os 30 minutos. Posteriormente, a pasta foi resfriada em temperatura ambiente até 35 °C, sendo a transmitância lida em espectrofotômetro a 650 nm. A pasta foi reservada e a transmitância avaliada novamente 24 horas após a primeira leitura. Água destilada foi utilizada como branco.

#### **4.6. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparação de médias utilizando-se o sistema estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. REAÇÃO DE IODO (2%)

De acordo com análise de reação de iodo foi detectado amido nos mesocarpos, dos frutos de murumuru, biribá, babaçu, pupunha e nas sementes do bacupari. Representado na Figuras 1, 2, 3, 4, 5 respectivamente.

**Figura 1** - A) Aspecto geral do fruto do murumuru. B) Mesocarpo murumuru em reação com iodo.



Fonte: Autor.

**Figura 2** - A) Aspecto geral do fruto do biribá. B) Mesocarpo do biribá em reação com iodo



Fonte: Autor

**Figura 3** - A) Aspecto geral do fruto de babaçu. B) Mesocarpo do babaçu em ação com iodo.



Fonte: Autor.

**Figura 4** - A) Aspecto geral do fruto de pupunha. B) Mesocarpo de pupunha em reação com iodo.



Fonte: Autor.

**Figura 5** - A) Aspecto geral do fruto do bacupari. B) Semente do bacupari em reação com iodo.



Fonte A: Romero (2011)

Fonte B: Autor

Nos frutos de biribá, murumuru o iodo reagiu mais intensamente no estágio inicial de maturação.

Nos frutos maduros de babaçu e na pupunha detectou-se amido pela reação de iodo, no qual para o babaçu foi observado uma coloração maior para frutos que se desprendia do cacho, ou seja, completamente maduros.

Já para o bacupari o iodo reagiu apenas com a semente do fruto.

## 5.2. RENDIMENTO DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS AMIDOS

Segundo Cereda et al (2001), o rendimento da extração mede a quantidade de amido que se consegue obter da matéria-prima em níveis laboratorial ou industrial, que dificilmente conseguirá obter 100% do amido da extração.

O teor de umidade das matérias-primas e o rendimento obtido no processamento do amido estão representados na Tabela 2.

**Tabela 2-** Teor de umidade dos mesocarpos de babaçu, biribá, murumuru, pupunha e da semente do bacupari e rendimento do processo de extração de amido.

MATÉRIA-PRIMA	UMIDADE (%)	RENDIMENTO (%bs <sup>1</sup> )	RENDIMENTO (%bu <sup>2</sup> )
Mesocarpo do babaçu	11,2	67,0	59,5
Semente do bacupari	40,82	23,3	13,8
Mesocarpo do biribá	90,15	63,7	6,3
Mesocarpo do murumuru	42,5	4,6	2,7
Mesocarpo da pupunha	47,45	55,4	29,1

<sup>1</sup>Base seca

<sup>2</sup>Base úmida

O rendimento da extração de amido de babaçu, encontrado por Maniglia e Tapia-Blácido (2016) foi de 85% com teor de umidade de 15,02%, no presente trabalho foi de 67% em base seca, já Carneiro (2013) em estudo de avaliação do mesocarpo de babaçu encontrou o teor de 75,15%. No entanto, foi observado que a massa residual do processo de extração, em reação com iodo, apresentou pontos escuros, ou seja, ainda havia amido que foi descartado, pois mais lavagens implicariam em adicionar resíduos de componentes presentes no mesocarpo ao amido. Maniglia e Tapia-Blácido (2016) analisaram que o amido que não foi isolado ao longo do processo e permaneceu no resíduo de fibra, que também apresentou alto teor de amido evidenciando que a fibra, proteína e lipídeo presente no mesocarpo de babaçu encapsulam os grânulos de amido, tornando sua extração difícil, mas, mesmo assim, obtiveram bom rendimento de extração.

O teor de umidade encontrada no mesocarpo de pupunha foi de 47,45%, valor semelhante ao encontrado por Aguiar (1996) que foi de 46 % de umidade em fruto da pupunha.

A extração do amido de pupunha foi o terceiro melhor resultado de rendimento em base seca, foi extraído de 55,4%, de amido. Já Valle et al (2011) que estudou os frutos verdes e maduros de pupunheira encontrou concentração de amido significativamente maior nos frutos maduros (251 mg. kg<sup>-1</sup>) que nos verdes (195 mg. kg<sup>-1</sup>).

Para os demais resultados de extração de amidos não se encontraram trabalhos científicos, no qual possa comparar os resultados. No entanto, alguns resultados como da extração de amido de biribá apresentou alto rendimento em base seca valor de 63,7%, já em base úmida de 6,3%, foi baixa esta diferença é explicada devida a alta umidade do fruto (90,15%).

A extração que apresentou menores rendimentos em base seca foi da semente do bacupari (23,3%) e do murumuru (4,6%). Provavelmente o baixo rendimento de extração de amido nestes frutos, pode esta relacionada com diferente teor de amido presente no momento da extração, no qual os frutos armazenam quantidade de amido como energia, mas esta energia também pode ser armazenada na forma de óleos.

### 5.3. *ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (IAA) E ÍNDICE DE SOLUBILIDADE EM ÁGUA (ISA)*

Os índices de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA) dos grânulos de amidos extraídos são apresentados na Tabela 3. Para fins comparativos foram analisado amido de milho e de mandioca.

**Tabela 3:** Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA)

AMIDO	IAA (g.g <sup>-1</sup> )	ISA (%)
Mandioca	1,49±0,10 <sup>1c2</sup>	0,20±0,08 <sup>c</sup>
Milho	2,24±0,15 <sup>a</sup>	0,53±0,09 <sup>b</sup>
Babaçu	2,08±0,07 <sup>ab</sup>	1,50±0,14 <sup>a</sup>
Bacupari	1,79±0,02 <sup>b</sup>	0,51±0,09 <sup>bc</sup>
Biribá	1,96±0,07 <sup>ab</sup>	0,30±0,08 <sup>bc</sup>
Murumuru	2,13±0,03 <sup>a</sup>	0,30±0,08 <sup>bc</sup>
Pupunha	2,18±0,10 <sup>a</sup>	0,53±0,09 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Média de triplicata ± desvio padrão

<sup>2</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A absorção da água pelos grânulos de amido em temperatura ambiente ocorre devido à difusão e absorção das moléculas de água nas regiões amorfas (BELLO-PÉREZ;



MONTEALVO; ACEVEDO, 2006). As regiões amorfas contêm pontos de ramificação da amilopectina e amilose, já a regiões cristalinas são formadas pelas duplas hélices das cadeias laterais da amilopectina, as moléculas de amilose pode passar através de ambas as regiões, estando em conformação ordenada nas regiões cristalinas e desordenada nas regiões amorfas. Nas regiões amorfas pode ocorrer mais facilmente a penetração de água, pois as ligações de hidrogênio nessas regiões são fracas e facilmente rompidas, permitindo a hidratação e inchamentos do grânulo de amido (MATTA JÚNIOR, 2015).

O IAA foi maior nos amidos da pupunha ( $2,18 \text{ g.g}^{-1}$ ) e de murumuru ( $2,13 \text{ g.g}^{-1}$ ) que quando comparado ao IAA de amido de milho ( $2,24 \text{ g.g}^{-1}$ ) não obtiveram diferença significativa

Para amido de bacupari foi encontrado  $1,79 \text{ g.g}^{-1}$  de IAA, sendo IAA no amido de biribá foi encontrado  $1,96 \text{ g.g}^{-1}$  e de  $2,08 \text{ g.g}^{-1}$  no amido de babaçu, que ao comparar com IAA do amido de mandioca ( $1,49 \text{ g.g}^{-1}$ ), apresentam porcentagem a mais nos valores de 20,1%, 31,54% e 39,58% respectivamente.

Estes resultados apontam os amidos com maior quantidade de zona amorfa, portanto com maior capacidade de absorção de água, representada de modo decrescente do seguinte maneira: pupunha>murumuru>babaçu>biribá> bacupari.

O ISA está relacionada com a quantidade de moléculas solúveis presentes na amostra seca (MATTA JÚNIOR, 2015).

O ISA para amidos comerciais analisado foram de milho (0,53%) e de mandioca (0,20%). Para os amidos extraídos o que apresentou maior porcentagem de ISA foi o de babaçu (1,50%), ou seja, 183,01% a mais ao comparar com ISA do amido do milho, provavelmente devido à maior quantidade de moléculas solúveis proveniente dos resíduos de extração presente no amido do babaçu.

Para os demais amidos extraídos os valores de ISA se encontram entre os valores de ISA obtido dos amidos comerciais, ou seja, as possíveis moléculas solúveis encontrada nos demais amidos extraídos não foram maiores que a dos amidos comerciais. No qual o valor de ISA encontrado amido de pupunha (0,53%) foi igual ao de milho, apresentando solubilidade de 165% a mais ao ser comparado com amido de mandioca, os amidos de biribá e de murumuru também apresentaram valores iguais de ISA de 0,30% sendo este o que mais próximo com ISA do amido de mandioca com diferença de 50%, já o do amido de bacupari obteve uma diferença de 155% ao comparar com o amido de mandioca.

### 5.3. SINÉRESE

Segundo, Cereda et al, (2001) as cadeias do polímero de amido, que se encontram agregadas no gel, se alinham e formam cristais, formados por amilose e amilopectina. Esta cristalização endurece o gel e acarreta o fenômeno de sinérese, que corresponde à expulsão de parte do solvente para fora do gel. Em gel de amilose, a retrogradação ocorre em um dia, no qual demora 40 dias para este fenômeno ocorrer em gel com amilapectina na mesma concentração.

A sinérese apresentada pelos amidos extraídos, armazenamento em refrigeração (4 °C) por 7 dias, estão representados na Tabela 4.

**Tabela 4-** Sinéreses dos géis.

AMIDO	SINÉRESE (%)
Mandioca	0,00±0,00 <sup>1e2</sup>
Milho	3,47±0,21 <sup>d</sup>
Babaçu	31,33±0,42 <sup>b</sup>
Bacupari	1,77±0,05 <sup>de</sup>
Biribá	0,00±0,00 <sup>e</sup>
Murumuru	42,47±0,56 <sup>a</sup>
Pupunha	15,80±0,99 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> Média de triplicata ± desvio padrão

<sup>2</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

O fenômeno de sinérese não ocorreu para géis de amido de mandioca e de biribá, após 7 dias em refrigeração (4 °C), formando gel com menor firmeza que não foram capazes de expulsar água de seu interior, este comportamento pode esta relacionado com maior teor de amilopectina no amido (CEREDA et al, 2011).

Em outro gel que apresentou baixo porcentual de água liberada (sinérese) foi a do bacupari (1,77 %). O gel que teve maior liberação de água foi do murumuru (42,47 %), em comparação com amido de milho (3,47%) obteve 1123,9% a mais de água liberada, outro gel que apresentou elevado porcentagem de água liberada devido a sinérese foi a do amido do babaçu (31,33%) com 802,88% a mais ao comparar com sinérese do amido de milho, já a porcentagem de água liberada no amido de pupunha foi de 355,33% maior do que a sinérese encontrada no amido de milho.

Este comportamento está relacionado com a estrutura das moléculas dos amidos e sua reassociação, amido com maiores teores de amilose, devido sua estrutura linear, se re-

associa mais rapidamente, com formação de ligações de hidrogênio intermoleculares, e formação de zona cristalina, tendo um processo mais acelerado do que a de amilopectina (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Portanto, o comportamento da sinérese pode esta relacionada presença de amilose dos amidos extraído, que em ordem crescente de quantidade de água liberada pelos géis estão: biribá<bacupari<pupunha<babaçu<murumuru. Segundo Bello-Pérez, Montealvo e Acevedo (2006) as moléculas de amilose têm forte tendência a se associarem através de ponte de hidrogênio e com outras moléculas de amilose adjacentes, assim expulsam água dos géis.

#### 4.4. TRANSPARÊNCIA/OPACIDADE DAS PASTAS

A transparência/opacidade das pastas dos amidos estudados foi avaliada pelo percentual de transmitância a 650 nm, e está apresentada na Tabela 5.

**Tabela 5-** Transmitância das pastas dos amidos a 650 nm.

	TRANSMITÂNCIA (%) 0 hora	TRANSMITÂNCIA (%) 24 horas
Mandioca	22,67±0,19 <sup>1a2</sup>	23,37±0,47 <sup>a</sup>
Milho	3,87±0,05 <sup>e</sup>	3,67±0,05 <sup>e</sup>
Babaçu	6,80±0,08 <sup>d</sup>	6,53±0,05 <sup>d</sup>
Bacupari	9,13±0,05 <sup>c</sup>	9,43±0,05 <sup>c</sup>
Biribá	21,37±0,19 <sup>b</sup>	21,80±0,28 <sup>b</sup>
Murumuru	2,07±0,05 <sup>f</sup>	1,87±0,05 <sup>f</sup>
Pupunha	3,53±0,09 <sup>e</sup>	3,43±0,09 <sup>e</sup>

<sup>1</sup> Média de triplicata ± desvio padrão

<sup>2</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Entre os amidos estudados, a ordem decrescente de porcentagem de transmitância, medida indireta da transparência/opacidade das pastas no tempo zero, se mostrou mandioca>biribá> bacupari> babaçu> milho> pupunha>murumuru. Segundo, Cereda et al, (2001) a claridade da pasta de amidos é um atributo importante de qualidade e varia de acordo com a fonte botânica. Amido com maior teor de amilose resulta em pasta mais opaca, consequentemente a com teor menor resulta em pasta mais transparente.

A propriedade de transparência da pasta está relacionada com a dispersão da luz resultante da associação da amilose e de outros componentes como ácidos graxos dentro da molécula de amido. Após a cocção da suspensão de amido, os grânulos incham e perdem a birrefringência, permitindo a passagem de luz, sendo possível, desta forma, detectar a sua transparência (Mendes et al, 2015).

Observou-se que os amidos que apresentaram maiores valores de transparência na primeira leitura (0 hora) foram o de mandioca, biribá e bacupari os quais tiveram aumento de sua transmitância após 24 horas. Já os amidos com menores valores de transmitância: milho, babaçu, murumuru e pupunha, tiveram decréscimo na transmitância. Este comportamento pode estar relacionado com a estrutura das moléculas dos amidos, pois maiores teores de amilose que apresentam cadeias lineares, se associam através de ligações de hidrogênio, dificultando a transmitância da luz.

## 6. CONCLUSÃO

A extração de amido a partir de frutos nativos da região Amazônica pode ser viável. No presente trabalho obteve-se alto rendimento de amido em base seca para os frutos de pupunha (55,4%), biribá (63,7%) e babaçu (67%).

Os amidos estudados apresentaram características únicas e diferentes enquanto as análises físico-químicas realizadas. Diferenças que pode ser notadas ao se comparar as análises de dois amidos extraídos, o mesocarpo do biribá que apresentou ausência de sinérese em seu gel, boa transparência de sua pasta (21,87 %) e do mesocarpo do murumuru, com cor mais opaca (2,07%) e bastante exsudação de água do gel (42,47%), no entanto valores iguais para ISA (0,30%).

Com esta pesquisa, evidencia-se a importância de estudos de novas fontes de amidos, para suprir a necessidade da indústria que necessita de amidos com características e propriedades físico-químicas distintas. No entanto, estudos mais aprofundados da estrutura e outras propriedades físico-químicas destes amidos devem ser realizados para melhor compreensão dos aspectos de sua funcionalidade e consequente determinação de seus usos na indústria.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADITIVOS INGREDIENTES. **Amidos: fontes, estruturas e propriedades funcionais.** Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/124.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/124.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2016.

AGUIAR, J.P.L. Tabela de Composição de Alimentos da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 26 (1/2), p.121-126, 1996.

ANDERSON, R.A.; CONWAY, V.F.P.; GRIFFIN, E.L. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**, v. 14, n. 1, p. 4-7, 1969.

BELLO-PÉREZ, L.A.; MOTEALVO, M.G.M.; ACEVEDO, E.A. Almidón: definición, estructura y propiedades. In: LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. **Carbohidratos em alimentos regional esiberoamericano**. São Paulo: Edusp, 2006. Cap.1, p. 17-46.

BEZERRA, V. S. **Comunicado técnico: considerações sobre a palmeira murumuruzeiro (Astrocaryum murumuru Mart.)**. Macapá: Embrapa Amapá. 2012.

CAMPOS, L. F. C.; ABREU, Camila M. ; G, R. N.; SELEGUINI, A. **Escarificação e ácido giberélico na emergência e Crescimento de plântulas de biribá.** *Cienc. Rural* [online]. 2015, vol.45, n.10, pp.1748-1754. ISSN 1678-4596. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140249>> Acesso em: 31 mar. 2016.

CARNEIRO, M. I. F. **Farelo e mesocarpo do côco do babaçu na alimentação de aves.** 2011. 85 f. Tese (Doutora em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2011.

CARVALHO, A. V.; BECKMAN, J.C.; MACIEL, R.A.; JOÃO NETO, J. T. F. Características físicas e químicas de frutos de pupunheira no estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 35, n. 3, p. 763-768, Set. 2013.

CECÍLIA, F.V.S. **Efeito antinociceptivo e antiinflamatório do extrato etanólico e da benzofenona 7- epiclusianona isolada de folhas de *Garcinia brasiliensis* Mart.(Clusiaceae).** 2011. 123 f. Dissertação (mestre em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Alfenas-MG, Alfenas, 2011.

CEREDA, M.P (Ed.). **Propriedades gerais do amido.** Campinas: Fundação Cargill, 2001.v.1 (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas).

CORDENUNSI, B.R. Utilização de novas técnicas de microscopia na caracterização do amido. In: LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. **Carbohidratos em alimentos regional esiberoamericano**. São Paulo: Edusp, 2006. Cap.2, p. 49-62.

CRAIG, S.A.S.; MANINGAT, C.C.; SEIB, P.A.; HOSENEY, R.C. Starch paste clarity. **Cereal Chemistry**, v. 66, n. 3, p.173-182, 1989.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P.. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 945-954, 2009.

ESTRADA-REYES, R et al. Lignans from leaves of *rollinia mucosa*. **Z. aturforsch**, v 57, p. 29-32, 2002. Disponível em <<http://www.zanturforsch.com/ac/v57c/s57c0029.pdf>>. Acesso em 29 mar.2016.

FENEMMA, O. R.; DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

KAEFER, S.; FOGAÇA, A.O.; STORCK, C.R.; KIRSTEN, V.R. Bolo com farinha de pupunha. **Alimentos e Nutrição / Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v.24, n.3, p. 347-352, jul./set. 2013.

MANIGLIA, B. C.; TAPIA-BLÁCIDO, D. R. Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp. **Food Hydrocolloids**, p. 47-55, 2016.

MARQUES, H.P. **Influência da glutamina na produção de metabólitos especiais em calos de *Garcinia brasiliensis* Mart. (Clusiaceae)**. 2014. 45 f. Dissertação (mestre em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Alfenas-MG, Alfenas, 2014.

MARTINS, M. A.; MORELLI, C. L.; MARINELLI, A. L.; MARCONCINI, J. M.; BRETAS, R. E. S. Caracterização das fibras amazônicas de pupunha, babaçu e balsa através de DRX, TG e RMN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS – CBPol, 11., 2011, Campos do Jordão. **Anais...** São Carlos: ABpol, 2011. p. 2578-2583. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/83827/1/Proci-11.00118.pdf>> Acesso em: 31 mar. 2016.

MATTA JÚNIOR, M.D. M. **Características estruturais, físico-químicas e funcionais dos amidos de mandioca de milho com diferentes teores de amilose oxidados por ozônio**. 2015. 134 f. Tese (Doutorado em Ciência e tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

MELO, L. P.; RANGEL, J. H. G.; BARRETO, N.M.F.; MARIANO O.A.; IBÁÑEZ-ROJAS, M. O. A.; MARTINS, M. S. Análises físico-químicas do pão enriquecido com mesocarpo de babaçu. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa. **Anais...** São Luis: CONNEPI, 2007.

MENDES, M. L.M.; RIBEIRO, A.P.L.; ALMEIDA, E.C. Efeito da acidificação nas propriedades físico-químicas e funcionais do amido de sementes de manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins. **Revista Ceres**, v. 62, n.3, p. 225-232, mai-jun, 2015

OLIVEIRA, A. I. T.; ALEXANDRE, G. P.; MAHMOUD, T. S. Babaçu (Orbignya sp.): Caracterização física de frutos e utilização de solventes orgânicos para extração de óleo. In: *Biochemistry and Biotechnology Reports – BBR*, 3., 2013, Londrina. **Anais...Araguaína: SIMBBTEC**, 2013. p. 126-129.

ORDÓÑEZ, J. A. **TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - Componentes dos Alimentos e Processos**. São Paulo: Artmed, 2007.

PASTORE JÚNIOR, F. P.; ARAÚJO, V. F. **Plantas da Amazônia para produção cosmética: uma abordagem química- 60 espécies do extrativismo florestal não-madeireiro da Amazônia**, Brasília: LTQ. 2005. 24-27 p. Disponível em <[http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2202/Technical/2.2%20Plantas%20da%20Amaz%C3%B4nia%20para%20produ%C3%A7%C3%A3o%20cosm%C3%A9tica.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2202/Technical/2.2%20Plantas%20da%20Amaz%C3%B4nia%20para%20produ%C3%A7%C3%A3o%20cosm%C3%A9tica.pdf)> Acesso em 01 abril. 2016.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. São Paulo: Blucher, 2007.

RIOS, M.N. S.; PASTORE JÚNIOR, F. P. **Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral**. Brasília: UnB, 2011. Disponível em <<http://leunb.bce.unb.br/>>. Acesso em 30 mar.2016.

ROCHA, A.P. **Tecnologia de sementes e mudas de *Garcinia gardneriana* (PLANCH. & TRIANA) ZAPPI**. 2015. 134 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

ROMERO, T. Mudas de bacupari, fruta exótica. Raras. São José Do Rio Preto: **Mercado livre, 2011. Disponível em** <[http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-714705390-mudas-de-bacupari-fruta-exotica-raras-1m-altura-\\_JM](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-714705390-mudas-de-bacupari-fruta-exotica-raras-1m-altura-_JM)> Acesso em: 16 abril. **2016**

SANTOS, C. E.; ROBERTO, S. R.; MARTINS, A. B. G. Propagação do biribá (*Rollinia mucosa*) e sua utilização como porta-enxerto de pinha (*Annonas quamosa*). *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 27, n. 3, p. 433-436, 2005.

SHANLEY, P.; MEDIANA, P. (Ed). **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. 203-208 p.

TEIXEIRA, P. C.; MACEDO, S. T. Calagem e fósforo para a formação de mudas de biribazeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v.54, n.3, p.259-266, 2011.

VALLE, R. R.; BARRETO, F. S.; BARRETTO, W. S.; CURVELO, K.; SILVA, M. G. C. P. C. Distribuição de nutrientes e carboidratos nos frutos de pupunheira. In: Simpósio Brasileiro da Pupunheira, 1., 2011, Ilhéus. **Anais... Ilhéus: Ceplac**, 2011. Disponível em <<http://www.ceplac.gov.br/paginas/pupunheira/download/CDTrabalhos/apresentacoesOrais/Distribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20nutrientes%20e%20carboidratos%20nos%20frutos%20de%20pupunheira%20033-11.pdf>> Acesso em: 17 abril. 2016

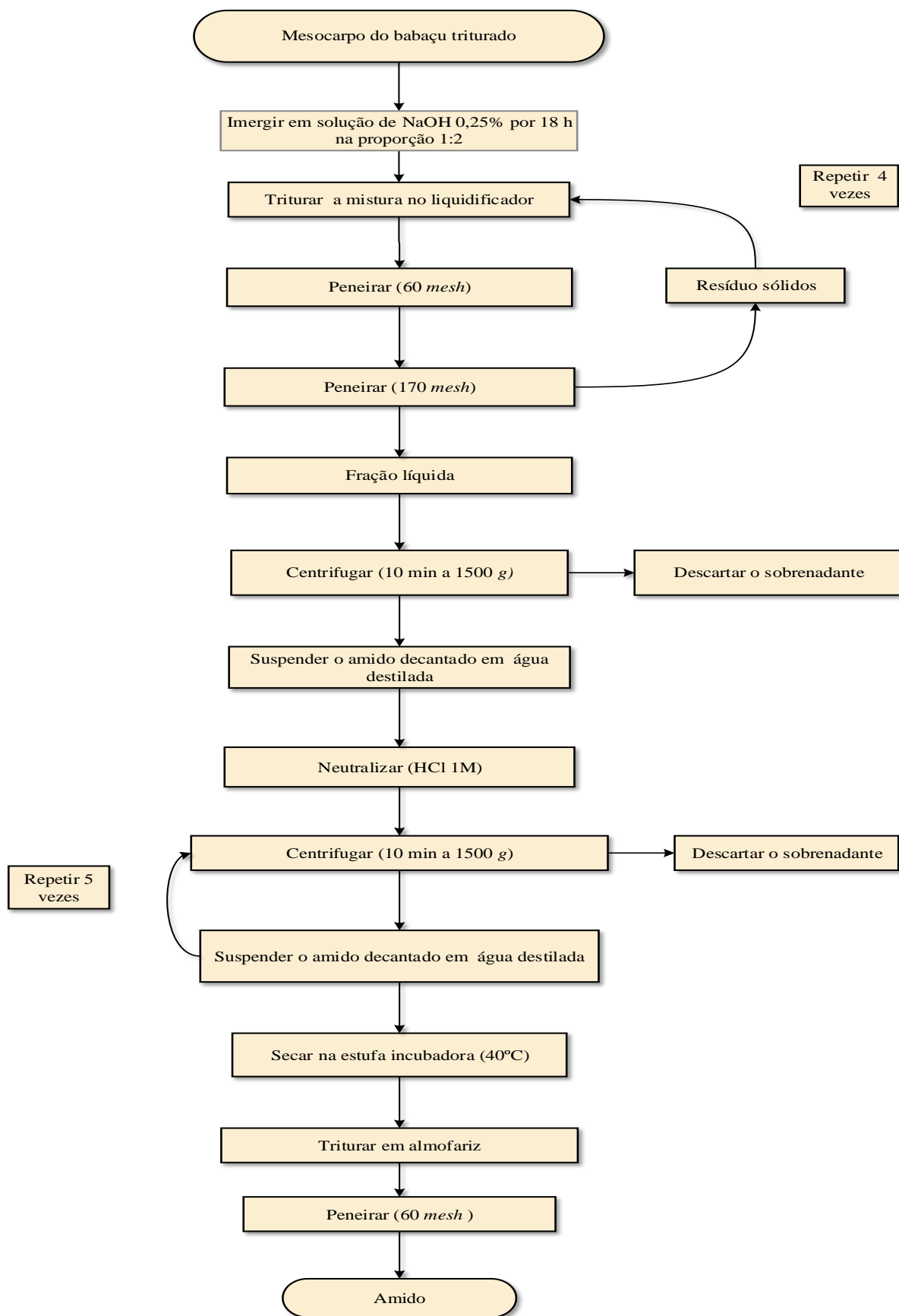


VAN LEEUWEN, J. O melhoramento participativo de espécies agroflorestais: uma proposta para a pupunheira (*Bactrisgasipaes*) para a produção de fruto. In: Porro, R. (ed.), **Alternativa agro florestal na Amazônia em transformação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 805-825 p. Disponível em <[https://www.inpa.gov.br/cpca/johannes/8\\_melh\\_part\\_pup\\_fruto.pdf](https://www.inpa.gov.br/cpca/johannes/8_melh_part_pup_fruto.pdf)>. Acesso em 29 mar.2016.

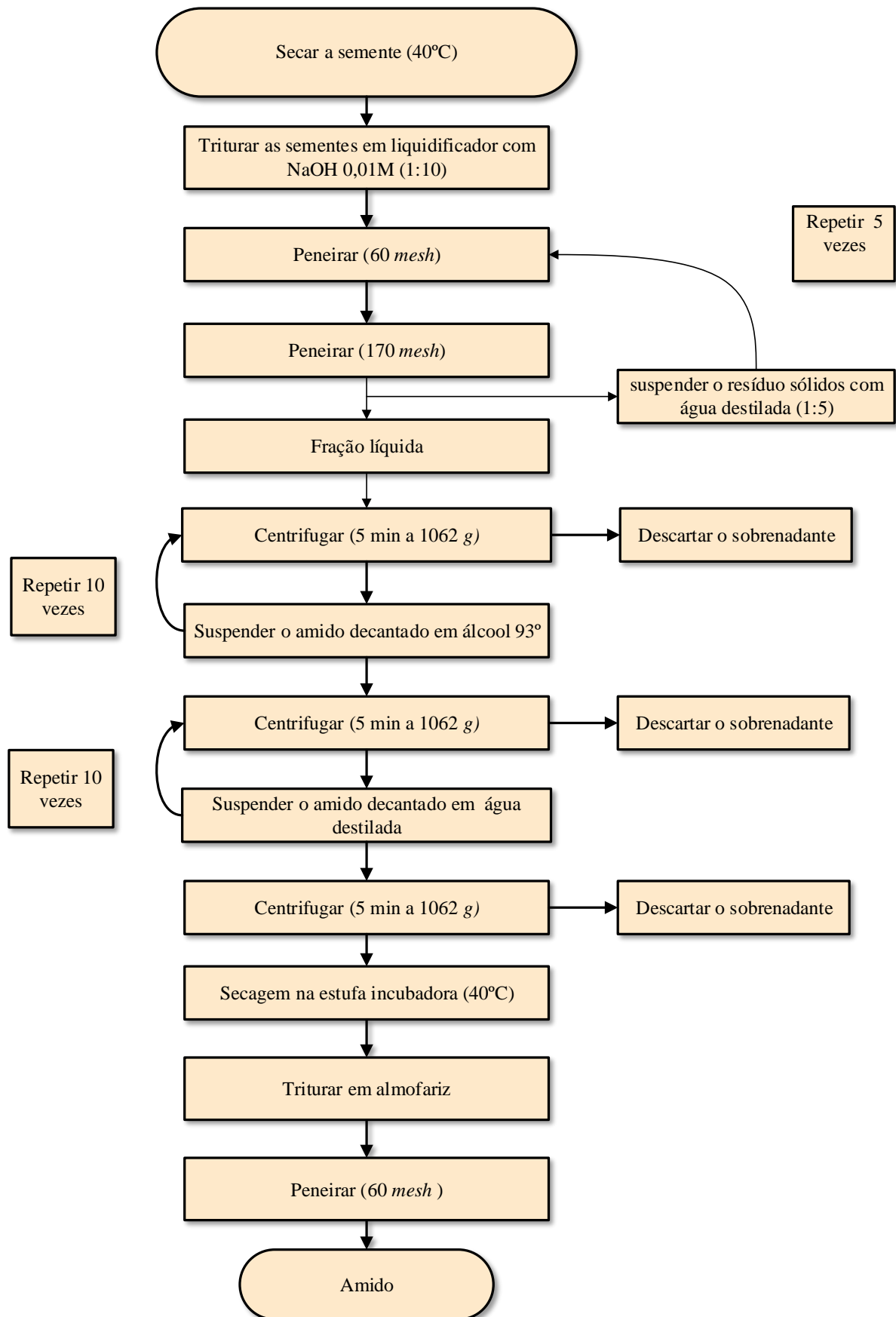
ZUNIGA, A.D.G.; FRONZA, P.; SILVEIRA, M. R.; MOURA, J.S.; ROJAS, E. E. G. Hidrólise ácida da farinha do mesocarpo do coco babaçu, visando a obtenção de bioetanol. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; 3548 – 3555 p, 2013.

.

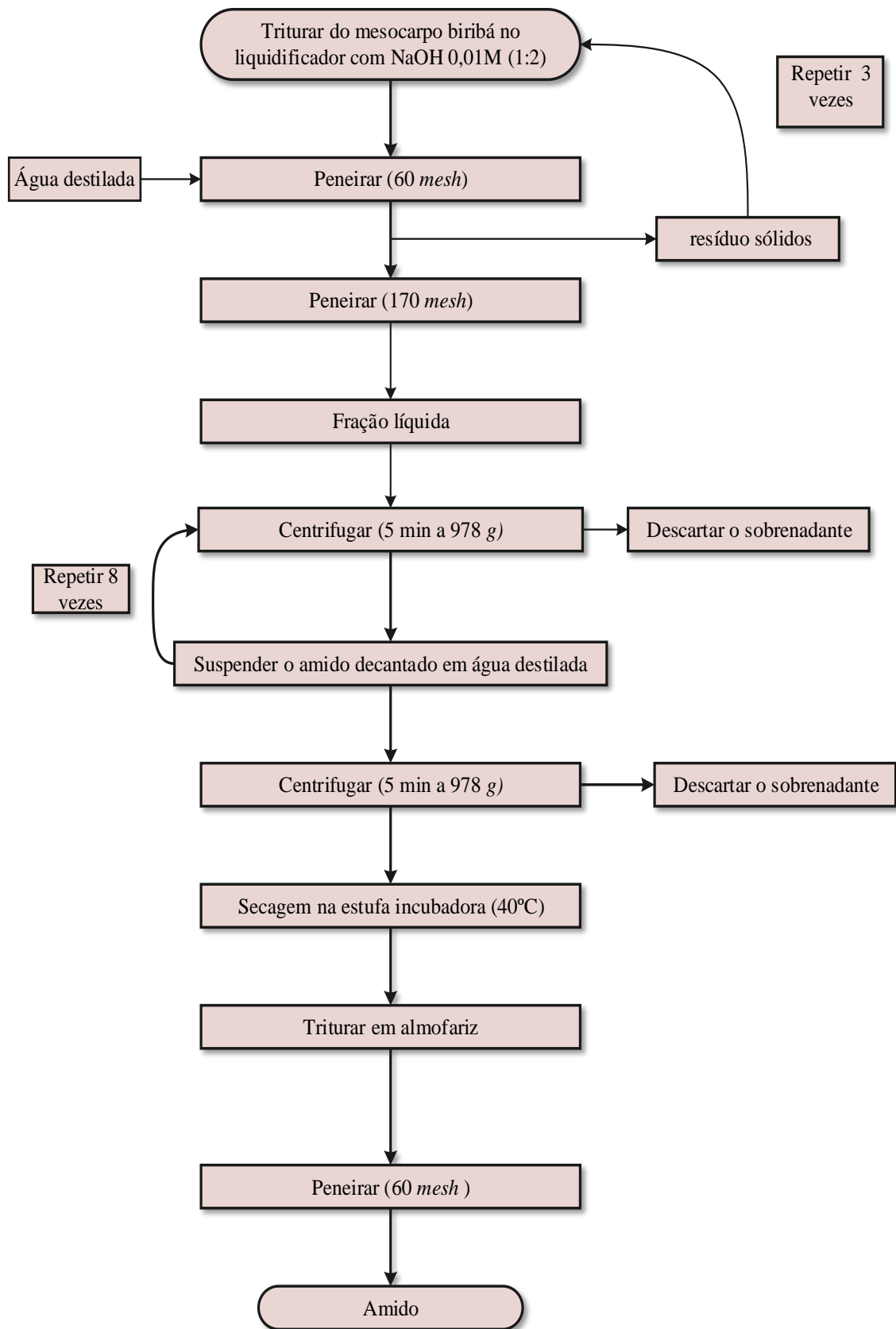
## **Apêndice A: Fluxograma de extração de amido do mesocarpo de babaçu**



## **Apêndice B: Fluxograma de extração de amido da semente do bacupari**



### **Apêndice C: Fluxograma de extração de amido do mesocarpo de biribá**



**Apêndice D: Fluxograma de extração de amido do mesocarpo de murumuru**



## **Apêndice E: Fluxograma de extração de amido do mesocarpo da pupunha**

